

# Method and system for avoiding bad frequency subsets in a frequency hopping cordless telephone system

**Patent number:** DE19931369  
**Publication date:** 2000-03-16  
**Inventor:** DICKER OLAF (US); SYDON UWE (US); KOCHMANN JUERGEN (US); SASTRODJOJO PAULUS (US)  
**Applicant:** SIEMENS INF & COMM NETWORKS (US)  
**Classification:**  
**- international:** H04B7/204; H04B17/00; H04L1/00; H04J13/02; H04Q7/34  
**- european:** H04B1/713, H04B1/713F  
**Application number:** DE19991031369 19990707  
**Priority number(s):** US19980113396 19980710

Also published as:



US6480721 (B1)  
 GB2340695 (A)

Abstract not available for DE19931369

Abstract of correspondent: **US6480721**

A method and system are disclosed for avoiding bad frequency subsets in a frequency hopping cordless telephone system. A base station communicates with the handsets using frequencies selected from active frequency subsets. Bad frequency subsets are avoided by monitoring the air interface between the base station and handsets for errors in active frequency subsets. Errors in each active frequency subset are counted during a short-term interval using an associated short-term error counter and during a long-term interval using an associated long-term error counter. After each short-term interval, it is evaluated whether any of the short-term error counters has a value that is greater than a defined threshold. After each long-term interval, it is evaluated whether any of the long-term error counters has a value greater than an error count for a blocked frequency subset. A blocked frequency subset is then substituted for an active frequency subset if an associated short-term error counter is greater than the defined threshold or if a long-term error counter is greater than the error count for a blocked frequency subset.

HOP NUMBER	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
10 SUBSET HOP		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	4	5	6	7	8	9	10	11	2	3	4	5	6	7	8	9	10
11 SUBSET HOP		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	13	4	5	6	7	8	9	10	11		2	3	4	5	6	7	8

⇒ SHIFTING OF 1 SUBSET NUMBER / 10 HOPS ⇒

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 199 31 369 A 1

21 Aktenzeichen: 199 31 369.5  
22 Anmeldetag: 7. 7. 1999  
43 Offenlegungstag: 16. 3. 2000

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
H 04 B 7/204  
H 04 B 17/00  
H 04 L 1/00  
H 04 J 13/02  
H 04 Q 7/34

DE 199 31 369 A 1

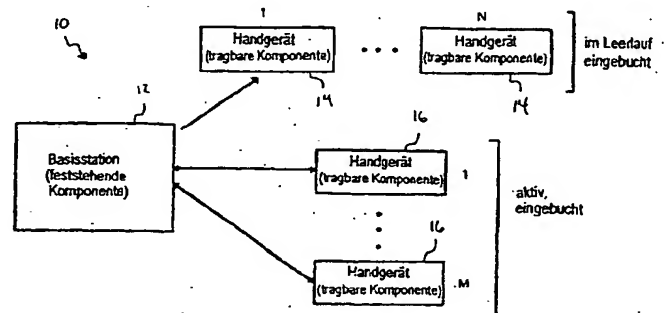
30 Unionspriorität:  
113396 10.07.1998 US  
71 Anmelder:  
Siemens Information and Communication  
Networks, Inc., Boca Raton, Fla., US  
74 Vertreter:  
Blumbach, Kramer & Partner GbR, 81245 München

12 Erfinder:  
Sydon, Uwe, Austin, Tex., US; Kochmann, Juergen,  
Austin, Tex., US; Dicker, Olaf, Austin, Tex., US;  
Sastrodjojo, Paulus, Round Rock, Tex., US

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Verfahren und System zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem

57 Es werden ein Verfahren und ein System zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem vorgestellt. Eine Basisstation kommuniziert mit den Handgeräten unter Verwendung von aus aktiven Frequenzuntergruppen ausgewählten Frequenzen. Gestörte Frequenzuntergruppen werden vermieden, indem die Luftschnittstelle zwischen der Basisstation und den Handgeräten im Hinblick auf Fehler in aktiven Frequenzuntergruppen überprüft werden. Fehler in jeder aktiven Frequenzuntergruppe werden während eines Kurzzeitintervalls unter Verwendung eines zugehörigen Kurzzeit-Fehlerzählers gezählt und während eines Langzeitintervalls unter Verwendung eines zugehörigen Langzeit-Fehlerzählers gezählt. Nach jedem Kurzzeitintervall wird ermittelt, ob irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein definierter Schwellwert. Nach jedem Langzeitintervall wird ermittelt, ob irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe. Eine aktive Frequenzuntergruppe wird dann durch eine gesperrte Frequenzuntergruppe ersetzt, wenn ein zugehöriger Kurzzeit-Fehlerzähler einen Zählstand aufweist, der größer ist als der definierte Schwellwert, oder wenn ein Langzeit-Fehlerzähler einen Zählstand aufweist, der größer ist als der Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe.



DE 199 31 369 A 1

## Beschreibung

Diese Erfindung hängt mit der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 09/113 539 mit dem Titel: "Verfahren und System zur tabellenbasierten Frequenzselektion in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem", anhängig; und mit der US-Patentanmeldung mit der Seriennummer 09/113 415 mit dem Titel: "Verfahren und System zum Verschieben von Frequenzuntergruppen zur Vermeidung von Basisstationsstörungen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem", anhängig, zusammen. Der Offenbarungsgehalt dieser Anmeldungen wird hiermit in den Offenbarungsgehalt vorliegender Anmeldung einbezogen.

Die vorliegende Erfindung bezieht sich allgemein auf das Gebiet der drahtlosen Kommunikationssysteme und speziell auf ein Verfahren und ein System zum Vermeiden von schlechten bzw. gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem.

Drahtlose oder schnurlose Kommunikationssysteme werden in breitem Umfang zur Ermöglichung einer mobilen Kommunikation von Benutzern eingesetzt. Im allgemeinen kann sich der Ausdruck "drahtlos" auf jede beliebige Form einer über die Luft erfolgenden Wellenübertragung unter Verwendung eines Satzes von Radiofrequenzen beziehen. Herkömmliche Realisierungen von drahtlosen Systemen umfassen beispielsweise sowohl öffentliche drahtlose Systeme als auch gebäudeinterne drahtlose Systeme. In öffentlichen Systemen sind zahlreiche Dienstleister vorhanden, die den Benutzern die Tüftung und die Entgegennahme von Anrufen nahezu überall innerhalb eines Dienstleistungsbereichs erlauben. Solche Dienstleister bieten Lösungen auf der Basis einer Anzahl von unterschiedlichen Technologien und Standards an. Üblicherweise haben die Dienstleister eine Lizenz von der Regierung (d. h. von der "Federal Communications Commission") erworben, damit sie einen speziellen Bereich des Radiospektrums innerhalb spezieller Märkte benutzen können.

Im Unterschied zu öffentlichen Systemen können bei gebäudeinternen drahtlosen Systemen die Kosten von Lizenzen für das Radiospektrum bzw. Funkspektrum durch Benutzung von unlicenzierten Radiofrequenzen vermieden werden. Gebäudeinterne Systeme weisen üblicherweise einen gemeinsamen Aufbau oder eine gemeinsame Topographie dahingehend auf, daß eine Funkvermittlungsstelle (Radio Exchange) vorhanden ist, die an eine private Vermittlungsanlage PBX (PBX = "private branch exchange") angeschlossen oder mit dieser integriert ausgebildet ist. Basisstationen (oder feststehende Komponenten) sind mit Radioantennen ausgestattet, die mit der Funkvermittlung in Verbindung treten. Die Basisstationen übertragen auch Radiosignale zu schnurlosen Handgeräten (tragbare Teile) innerhalb eines beschränkten Bereichs oder empfangen Funksignale von diesen Handgeräten.

Im Hinblick auf die unlicenzierten Radiofrequenzen wird bei drahtlosen Systemen oftmals das ISM Band benutzt (ISM = "Industrial, Scientific and Medical" = "industriell, wissenschaftlich und medizinisch"). In den USA sind die auf ISM basierenden Geräte durch die Richtlinien der FCC (Federal Communications Commission) reguliert und müssen diese Richtlinien befolgen. Generell legen die Richtlinien von FCC Beschränkungen bei der Benutzung von Frequenzen innerhalb des ISM Bands auf. Beispielsweise wird vorgeschrieben, daß Geräte bei einer bestimmten Frequenz nur mit einer definierten Bandbreite für eine definierte Zeitspanne und mit einem definierten Signalenergiepegel kommunizieren dürfen. Da das ISM Band nicht lizenziert ist,

wird es von vielen Verkäufern für verschiedenartige Arten von schnurlosen Geräten eingesetzt (z. B. für medizinische Überwachungsgeräte, drahtlose LAN-Netzwerke, Drucker, Lautsprecher, Sicherheitssysteme und gebäudeinterne schnurlose Systeme). Demzufolge können radiofrequente Störungen bei der Benutzung des ISM Bands ein erhebliches Problem darstellen.

Bei einem drahtlosen, unter Benutzung des ISM Bands arbeitenden Telefonsystem führen die Beschränkungen von FCC zu der Notwendigkeit der Realisierung eines Frequenzsprungschemas, damit gewährleistet wird, daß das drahtlose System die Beschränkungen bei der Benutzung der Frequenzen innerhalb des ISM Bands nicht verletzt. Durch Frequenzsprünge (Frequenz-Hoppen) kann dies gewährleistet werden, indem Basisstationen und Handgeräte dazu gebracht werden, sich in der Zeitdomäne synchron von Frequenz zu Frequenz zu bewegen. Wenn ein solches Frequenzsprungverfahren realisiert wird, stellt sich weiterhin die Notwendigkeit zur Realisierung einer Technik ein, durch die schlechte bzw. gestörte Kanäle oder Frequenzen aufgrund von radiofrequenten Störungen und anderen Problemen vermieden werden.

In Übereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung werden ein Verfahren und ein System zum Vermeiden von schlechten bzw. gestörten Frequenzen in einem mit Frequenzsprung arbeitenden drahtlosen Telefonsystem offenbart, die gegenüber herkömmlichen drahtlosen Telefonsystemen Vorteile bieten.

Gemäß einem Gesichtspunkt der vorliegenden Erfindung kommuniziert eine Basisstation mit Handgeräten unter Verwendung von Frequenzen, die aus aktiven Frequenzuntergruppen ("Frequenz-Subsets") ausgewählt sind. Schlechte bzw. gestörte Frequenzuntergruppen werden vermieden, indem die Luftschnittstelle zwischen der Basisstation und Handgeräten im Hinblick auf Fehler in aktiven Frequenzuntergruppen überwacht werden. Fehler in einer jeweiligen aktiven Frequenzuntergruppe werden während eines kurzzeitigen Intervalls unter Verwendung eines zugehörigen Kurzzeit-Fehlerzählers gezählt, und werden während eines langzeitigen Intervalls unter Verwendung eines zugehörigen Langzeit-Fehlerzählers gezählt. Nach jedem Kurzzeitintervall wird bewertet, ob irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein definierter Schwellwert. Nach jedem Langzeitintervall wird bewertet, ob irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als der Fehlerzahlstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe. Eine aktive Frequenzuntergruppe wird dann durch eine gesperrte Frequenzuntergruppe ersetzt, wenn ein zugehöriger Kurzzeit-Fehlerzähler einen größeren Wert als den definierten Schwellwert aufweist, oder wenn ein Langzeit-Fehlerzähler einen größeren Wert als den Zahlstand einer gesperrten Frequenzuntergruppe besitzt.

Ein technischer Vorteil der vorliegenden Erfindung besteht in der Fähigkeit, gestörte Frequenzuntergruppen automatisch zu sperren und sich an sich ändernde Störungen anzupassen, indem aktive Frequenzuntergruppen durch gesperrte Untergruppen ersetzt werden. Weitere technische Vorteile erschließen sich für den Fachmann aus der Beschreibung, den Zeichnungen und den Ansprüchen. Ein noch vollständigeres Verständnis der vorliegenden Erfindung und ihrer Vorteile läßt sich bei Bezugnahme auf die nachfolgende Beschreibung in Verbindung mit den beigefügten Zeichnungen erreichen, in denen gleiche Merkmale mit gleichen Bezugszeichen versehen sind:

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystems;

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform von Frame- bzw. Rahmenfrequenzen für ein mit Frequenzsprüngen arbeitendes drahtloses Telefonsystem;

Fig. 3 zeigt eine Darstellung einer Ausführungsform zur Unterteilung des ISM Bands für ein mit Frequenzsprüngen arbeitendes drahtloses Telefonsystem;

Fig. 4 zeigt ein Zustandsdiagramm bei einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem;

Fig. 5 zeigt eine Darstellung einer Ausführungsform zum Verschieben von Frequenzen für die Vermeidung von Basisstationsstörungen bei einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem; und

Fig. 6 zeigt ein Zustandsdiagramm einer Ausführungsform eines Verfahrens zum Verschieben von Frequenzen für die Vermeidung von Basisstationsstörungen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem.

Fig. 1 zeigt ein Blockschaltbild eines Ausführungsbeispiels eines mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystems, das generell mit 10 bezeichnet ist. Das System 10 umfaßt eine oder mehrere Basisstationen 12, von denen jede auch als eine feststehende Komponente (FP) bezeichnet werden kann. Jede Basisstation 12 kann die Kommunikation mit einer Mehrzahl von Handgeräten 14 und Handgeräten 16 unter Verwendung von Radiofrequenzen unterstützen. Die Schnittstelle zwischen der Basisstation 12 und den Handgeräten 14 und 16 kann als die Luftschnittstelle bezeichnet werden. Die Handgeräte 14 und die Handgeräte 16 können auch als tragbare Komponenten oder Teile (PP) bezeichnet werden.

In dem Betrieb kann die Basisstation 12 eine definierte Gesamtzahl von Handgeräten 14 und 16 unterstützen. Als Beispiel kann die Basisstation 12 bei einer Ausgestaltung eine Gesamtzahl von acht Handgeräten unterstützen, die entweder im Leerlauf gekoppelt bzw. eingebucht oder aktiv eingebucht sind. Aus der Gesamtzahl von Handgeräten kann eine gegebene Anzahl "M" aktiv eingekoppelte bzw. eingebuchte Handgeräte 16 sein. Als Beispiel kann die Basisstation 12 bis zu vier aktiv eingebuchte Handgeräte 16 aus den insgesamt acht Handgeräten unterstützen. Von den verbleibenden Handgeräten kann die Basisstation 12 eine gegebene Anzahl "N" von im Leerlauf eingebuchten Handgeräten 14 unterstützen. Beispielsweise kann "N" kleiner als oder gleich groß wie die Differenz zwischen der Gesamtzahl von unterstützten Handgeräten (z. B. 8) und der Anzahl "M" von aktiv eingebuchten Handgeräten 16 sein (z. B. 0 bis 4). Im Leerlauf eingebuchte Handgeräte 14 stellen Handgeräte dar, die gegenwärtig inaktiv sind, jedoch mit der Basisstation 12 in Kontakt stehen und mit dieser synchronisiert sind.

Die Basisstation 12 kann mit den Handgeräten 14 und den Handgeräten 16 unter Verwendung eines mit Zeiteilung und Multiplex (TDM = "Time Division Multiplex") arbeitenden, rahmenbasierten Kommunikationsprotokolls kommunizieren. Als Beispiel kann jeder Rahmen eine Dauer von 10 Millisekunden (10 ms) aufweisen und kann Sende- und Empfangskanäle für die Kommunikation und die Steuerdaten enthalten. Ein Protokoll, das bei digitalen drahtlosen Telefonsystemen benutzt wird, ist das DECT Protokoll (DECT = "Digital Enhanced Cordless Telecommunications" = "digitale verbesserte drahtlose Telekommunikation"), das ein Pan-europäischer Standard für digitale schnurlose oder drahtlose Systeme ist und bis zu sechs eingebuchte Handgeräte 16 unterstützen kann (d. h. M = 6). Es gibt selbstverständlich auch andere Protokolle, die für die Kommunikation über die Luftschnittstelle zwischen der Basisstation 12 und den Handgeräten 14 und den Handgeräten 16 hinweg benutzt werden können. Als Beispiel kann das DECT Proto-

koll so modifiziert werden, daß es bis zu vier eingebuchte Handgeräte 16 unterstützt (d. h. M = 4), wobei jedes mit verbesserten Kommunikationseigenschaften aufgrund von höheren Datenraten versehen ist.

Bei dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel arbeitet das System 10 mit einem ISM Band von Radiofrequenzen für die Unterstützung der Kommunikation zwischen der Basisstation 12 und den Handgeräten 14 und 16. Als Beispiel kann das System 10 mit dem ISM Band arbeiten, das sich von 2,4 GHz bis zu 2,4835 GHz erstreckt. Ein Vorteil der Benutzung des ISM Bands besteht darin, daß es nicht lizenziert ist und daher bei der Benutzung keine Lizenzgebühren anfallen. Damit jedoch innerhalb der Vorschriften von FCC oder anderen Regierungsregelungen gearbeitet wird, wird bei dem System 10 ein Frequenzsprungverfahren eingesetzt. Dies erlaubt es dem System 10, eine robuste drahtlose Kommunikation in dem ISM Band zu unterstützen, während es innerhalb der Regulierungsrichtlinien arbeitet. In dem Frequenzsprungverfahren bewegen sich die Basisstation 12 und die Handgeräte 14 und 16 in der Zeitdomäne von Frequenz zu Frequenz. Aufgrund der sich ändernden Frequenz befinden sich die Handgeräte 14 und 16 anfänglich in einem ungekoppelten Zustand, wenn sie in einen von der Basisstation 12 bedienten Bereich eintreten. Die Handgeräte 14 und 16 können dann bei einer bestimmten Radiofrequenz bei dem Versuch, sich an die Basisstation 12 einzukoppeln bzw. einzubuchen, "zuhören". Wenn die Basisstation 12 zu dieser bestimmten Frequenz springt, können die Handgeräte 14 und 16 Steuerdaten, die von der Basisstation 12 übertragen werden, identifizieren und empfangen. Dies erlaubt es den Handgeräten 14 und 16, sich mit der Basisstation 12 zu koppeln und sich auf das Frequenzsprungverfahren zu synchronisieren.

Fig. 2 zeigt ein Blockschaltbild einer Ausführungsform von Rahmenfrequenzen für ein mit Frequenzsprung arbeitendes drahtloses Telefonsystem. Wie gezeigt ist, weist eine Rahmenstruktur, die allgemein mit 20 bezeichnet ist, eine Mehrzahl von Rahmen bzw. Abschnitten 22 auf, die jeweils eine Rahmen- bzw. Abschnittslänge 24 besitzen. Jeder Rahmen 22 folgt dem vorhergehenden Rahmen 22 in der Zeitdomäne unmittelbar nach. Bei dem in Fig. 2 gezeigten Ausführungsbeispiel ist jedem Rahmen 22 eine unterschiedliche Frequenz ( $F_1, F_2, F_3 \dots F_N, F_{N+1}$ ) zugeordnet, wobei diese unterschiedliche Frequenz während eines jeweiligen Rahmens 22 für die Kommunikation zwischen der Basisstation 12 und den Handgeräten 14 und 16 über die Luftschnittstelle hinweg benutzt wird. Diese Änderung von einer Frequenz zu einer anderen Frequenz wird durch das Frequenzsprungverfahren gehandhabt, das von der Basisstation 12 und den Handgeräten 14 und 16 ausgeführt wird. Während der Dauer eines jeweiligen Rahmens 22 kommunizieren die Basisstation 12 und die Handgeräte 14 und 16 miteinander durch Verwendung der für diesen Rahmen 22 ausgewählten Frequenz. Wenn der nächste Rahmen 22 beginnt, kommunizieren die Basisstation 12 und die Handgeräte 14 und 16 unter Verwendung einer neu ausgewählten Frequenz miteinander. Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Länge 24 eines Rahmens gleich 10 Millisekunden, so daß sich die benutzte Frequenz alle 10 Millisekunden ändert.

Fig. 3 zeigt eine schematische Darstellung von einer Ausführungsform zur Unterteilung des ISM Bands für ein mit Frequenzsprung arbeitendes drahtloses Telefonsystem. Das bei dieser Ausführungsform benutzte ISM Band erstreckt sich von 2,4 GHz bis zu 2,4835 GHz. Wie vorstehend erwähnt, sind von FCC die Anforderungen für die Benutzung der Frequenzen innerhalb des ISM Bands definiert. Als Beispiel wird durch die Vorschriften innerhalb einer Periode mit 30 Sekunden Dauer die maximale zeitliche Länge, mit der

ein System eine Frequenz benutzen kann, auf 0,4 Sekunden beschränkt. Folglich müssen die insgesamt zur Verfügung stehenden Frequenzen 75 oder mehr Frequenzen umfassen. Bei dem in Fig. 3 gezeigten Ausführungsbeispiel ist dieser Bereich in zwölf Untergruppen 30 unterteilt, und es ist jede Untergruppe 30 in acht Kanäle 32 unterteilt. Jeder Kanal 32 wird dann mit einer von sechshundneunzig Frequenzen 34 verknüpft, die in dem ISM Band definiert sind und dieses gleichmäßig unterteilen. Die Frequenzen 34 bilden dann einen Satz von Frequenzen, d. h. einen Frequenzsatz, aus denen das Frequenzsprungverfahren für einen jeweiligen Rahmen 22 auswählen kann.

Bei dem Frequenzsprungverfahren ist es zusätzlich zu der Auswahl von Frequenzen weiterhin notwendig, ein Schema zum Vermeiden von schlechten bzw. gestörten Frequenzuntergruppen zu realisieren. Als Beispiel kann ein PCS Mikrowellenturm mit Frequenzen in dem ISM Band in einer bestimmten Region in störende Wechselwirkung treten. Folglich ist es bei dem drahtlosen Telefonsystem 10 unerwünscht, diese Frequenzen zu benutzen. Eine Möglichkeit, solche gestörten Frequenzuntergruppen zu vermeiden, besteht darin, ihre Auswahl zu sperren. Indem das ISM Band in sechshundneunzig Frequenzen unterteilt wird, werden bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 Frequenzen in ausreichender Zahl zur Verfügung gestellt, so daß es möglich ist, gestörte Frequenzen zu sperren und zugleich die Anzahl von zur Verfügung stehenden Frequenzen oberhalb der Grenze von fünfundsiebzig Frequenzen zu halten. Als Beispiel besteht ein Freiheitsgrad darin, die Benutzung der Frequenzen in zwei Untergruppen 30 zu vermeiden, ohne daß ein Absinken unter die Schwelle von fünfundsiebzig Frequenzen auftritt.

In einem drahtlosen Telefonsystem kann mit einem Frequenzsprungverfahren eine Anzahl von Realisierungsproblemen angesprochen werden. Beispielsweise sollte das Frequenzsprungverfahren über die Basisstationen hinweg konsistent bzw. gleichförmig sein und dennoch versuchen, zu gewährleisten, daß benachbarte Basisstationen nicht die gleichen Frequenzen auswählen und sich gegenseitig stören. Dies bedeutet, daß das Frequenzauswahlverfahren gleichzeitig sowohl vorhersagbar (so, daß sich Handgeräte in jede beliebige Basisstation einkoppeln können) als auch variabel sein muß (so, daß Basisstationen bei unterschiedlichen Frequenzen arbeiten). Ferner sollte das Frequenzsprungverfahren versuchen, zu vermeiden, daß gestörte Frequenzuntergruppen, die aufgrund von Störungen oder anderen Problemen gestört sind, ausgewählt und benutzt werden. Weiterhin sollte das Frequenzsprungverfahren auf Störungen reagieren können, indem es die von einer Basisstation ausgewählten Frequenzen von möglichen Störungen durch andere Basisstationen separiert.

Fig. 4 zeigt ein Zustandsdiagramm bei einem Ausführungsbeispiel eines Verfahrens zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprung arbeitenden drahtlosen Telefonsystem. Das Verfahren gemäß Fig. 4 kann von einer Basisstation ausgeführt werden, um hierdurch die Auswahl von Frequenzen für die Verbesserung der Qualität der Luftschnittstelle zu fördern, indem gestörte Frequenzuntergruppen vermieden werden. Wie vorstehend im Hinblick auf Fig. 3 erläutert ist, sind bei einer Ausführungsform eines mit Frequenzsprung arbeitenden drahtlosen Telefonsystems 12 unterschiedliche Untergruppen für die gruppenförmige Zusammenfassung von Kanälen in dem ISM Band definiert. Das Verfahren gemäß Fig. 4 arbeitet derart, daß für die Benutzung die zehn aktuell besten Untergruppen aus den zwölf zur Verfügung stehenden Untergruppen ausgewählt werden und die beiden übrigen Untergruppen gesperrt werden. Bei diesem Ausführungsbei-

spiel arbeitet das System folglich mit zehn Untergruppen, mit Ausnahme während des Ersatzes einer Untergruppe, wie dies nachstehend unter Bezugnahme auf die Fig. 5 und 6 erläutert wird.

5 Im allgemeinen beinhaltet das Verfahren gemäß Fig. 4 eine Anzahl von Schritten bei der Auswahl, welche Untergruppen zu sperren sind, wobei bei dem Verfahren zwei mit jeder Untergruppe verknüpfte Fehlerzähler benutzt werden. Die ersten Fehlerzähler für jede Untergruppe werden vergli- 10 chen und jede Sekunde gelöscht. Die zweiten Fehlerzähler werden überprüft und alle fünf Sekunden rückgesetzt. Demzufolge können die ersten Fehlerzähler als Kurzzeit-Fehlerzähler bezeichnet werden, während die zweiten Fehlerzähler als Langzeit-Fehlerzähler bezeichnet werden können. Bei 15 dieser Ausführungsform werden sowohl die Kurzzeit- als auch die Langzeit-Fehlerzähler inkrementiert (hochgestuft), wenn irgendeine der nachfolgenden Bedingungen erfüllt ist: (a) schlechte bzw. gestörte Paketdaten, was durch ein gestörtes Synchronisationswort angezeigt wird; oder (b) ein ge- 20 störter CRC Code (CRC = "cyclic redundancy code" = "zyklische Redundanzüberprüfung"). Der Ersatz einer zur Zeit aktiven Untergruppe durch eine zur Zeit gesperrte Untergruppe wird dann ausgeführt, wenn eine der nachfolgend angegebenen Bedingungen erfüllt ist: (a) in einer Periode 25 mit einer Dauer von einer Sekunde weist irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler für eine aktive Untergruppe einen Zählstand auf, der größer ist als neun; oder (b) in einer Periode mit einer Dauer von fünf Sekunden weist irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler für eine aktive Untergruppe einen Zählstand auf, der größer ist als der Zählstand von einer der 30 gesperrten Untergruppen. Weiterhin wird bei dieser Methode der Zählstand für alle jeweiligen gesperrten Untergruppen jeweils alle fünf Sekunden um 2,5% verringert. Diese Verringerung wird bis zu insgesamt sechs Mal wiederholt, bis der Fehler-Zählstand gleich 85% des ursprüngli- 35 chen Werts ist (nämlich  $100\% - 6 \times 2,5\% = 85\%$ ).

Bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel wird das Verfahren im Einzelnen unter Einsatz einer Zustandsmaschine implementiert, die fünf Zustände aufweist. Anfäng- 40 lich befindet sich das Verfahren in einem Leerlaufzustand 40, bei dem das Verfahren zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen nicht aktiv ist. Wenn die Frequenzwahl eingeleitet wird, schreitet das Verfahren dann zu einem Initialisierungszustand 42 weiter. In dem Initialisierungszu- 45 stand 42 werden die Kurzzeit- und die Langzeitfehlerzähler und die Daten, die mit gesperrten Untergruppen zusammenhängen, initialisiert. Jeder Kurzzeit-Zähler kann ein Zähler mit 8 Bit sein, der jeweils nach einer Sekunde gelöscht wird, während jeder Langzeit-Zähler ein Zähler mit 16 Bit sein 50 kann, der alle fünf Sekunden gelöscht wird. Wie vorstehend angegeben, sind jeder Untergruppe zwei Zähler, d. h. ein Zählerpaar zugeordnet. Die Daten, die mit den gesperrten Untergruppen zusammenhängen, enthalten Informationen über jede der gesperrten Untergruppen und den Fehlerzähler- 55 stand. Diese Daten können aktualisiert werden, wenn eine neue, zu sperrende Untergruppe vorhanden ist. Der Initialisierungszustand 42 wird nur einmal benutzt, und es bewegt sich das Verfahren zu einem Zählstatus (Zählzustand) 44 weiter. Bei dem Zählstatus 44 gibt es zwei Komponenten. 60 Die erste besteht darin, die Qualität der Luftschnittstelle im Hinblick auf Fehler in aktiven Untergruppen zu überwachen, wohingegen die zweite Untergruppe in der Zeitvorgabe der Intervalle mit einer Dauer von jeweils einer bzw. fünf Sekunden zum Zählen von Fehlern in aktiven Untergruppen besteht. Die dritte Komponente ist eine Auswertung 65 im Hinblick darauf, ob irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler einen Zählwert von mehr als einer bestimmten Schwelle aufweist (z. B. einen Zählstand von 9). Das Ver-

*Benennung der gesperrten Gruppe!*  
Vergleich 27 gesperrte Gruppe, dabei 0 bis 99

fahren geht direkt zu einem Änderungsstatus (Änderungszustand) 46 über, wenn irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler einen Zählstand oberhalb des Schwellwerts aufweist. Andernfalls verbleibt das Verfahren in dem Zählstatus 44 solange, bis fünf Sekunden verstrichen sind. An dem Ende des fünf Sekunden langen Zeitintervalls geht das Verfahren in einen Bewertungsstatus (Auswertungszustand) 48 über und überprüft auf der Grundlage der Langzeit-Fehlerzähler, ob eine aktive Untergruppe durch eine gesperrte Untergruppe zu ersetzen ist. In dem Bewertungsstatus 48 werden die Langzeit-Fehlerzähler miteinander verglichen. Wenn der Zählwert bei einer aktiven Untergruppe größer ist als der Zählwert von einer gesperrten Untergruppe, werden die mit den gesperrten Untergruppen zusammenhängenden Daten dann aktualisiert, um diesen Ersatz anzugeben, und es geht das Verfahren in den Änderungsstatus 46 über.

In dem Änderungsstatus 46 wird eine gesperrte Untergruppe aktiv gesetzt und es wird eine aktive Untergruppe gesperrt. Die aktive, zu sperrende Untergruppe ist entweder eine Untergruppe, bei der der Zählstand des Kurzzeit-Fehlerzählers größer war als der Schwellwert (ab dem Zählstatus 44), oder ist eine Untergruppe, die einen Zählstand des Langzeit-Fehlerzählers besitzt, der größer ist als derjenige der gesperrten Untergruppen (ab dem Bewertungsstatus 48). Der Änderungsstatus 46 führt zu einem Ersatz der aktiven Untergruppe durch die gesperrte Untergruppe und zu einer Rückkehr zu dem Zählstatus 44. Dieser Austauschvorgang muß nahtlos erfolgen, damit ein Verlust der Synchronisation vermieden wird. Weiterhin kann während des Austauschvorgangs ein Schema bzw. Verfahren zum Verschieben von Frequenzen zur Vermeidung von Basisstationsstörungen ausgeführt werden.

Fig. 5 zeigt eine schematische Darstellung einer Ausführungsform zum Verschieben von Frequenzen für die Vermeidung von Basisstationsstörungen in einem mit Frequenzsprung arbeitenden drahtlosen Telefonsystem. Da es wahrscheinlich ist, daß die Basisstationen innerhalb eines drahtlosen Telefonsystems mit den gleichen Frequenzsprüngen arbeiten und gleiche Methoden zur Vermeidung von gestörten Frequenzen ausgeführt werden, können Kollisionen auftreten und dauerhaft bestehen bleiben. Die Verschiebung der Untergruppen oder Frequenzen gemäß Fig. 5 vermeidet diese Kollisionen, die auftreten können, wenn zwei oder mehrere Basisstationen den gleichen Kanal zur gleichen Zeit benutzen. Wie vorstehend erwähnt, läuft das Verfahren zum Frequenzspringen bei einer Basisstation zyklisch durch zehn aktive Untergruppen hindurch, bevor eine Untergruppe wiederholt bzw. neu selektiert wird. Die Verschiebung der Untergruppen oder der Frequenz wird dadurch realisiert, daß das System so gesteuert wird, daß es durch elf Untergruppen anstatt durch zehn Untergruppen für eine gewisse Zeit hindurchläuft, wenn eine Kollision auftritt.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, kann die zu verschiebende Basisstation einen zusätzlichen Sprung nach den normalen zehn Sprüngen ausführen. Als Ergebnis dessen unterbricht das verschobene System die Periode der Benutzung der Untergruppe bzw. Untergruppen. Als Beispiel würde ohne eine Verschiebung die Untergruppe 1 bei den Sprungnummern, 1, 11, 21 usw. auftreten. Wenn eine Verschiebung unter Benutzung eines zusätzlichen Untergruppensprungs ausgeführt wird, wird die Untergruppe 1 zu den Sprungnummern 12, 23 usw. verschoben. Bei dieser Methode wird die Untergruppe 1 folglich mit einer Rate von 1/10 verschoben. Hieraus erschließt sich klar, daß eine Verwendung von elf Untergruppen für fünf Zyklen zu einer Verschiebung der Untergruppe 1 derart führt, daß diese in die Mitte derjenigen Position fällt, die sie andernfalls belegen würde. Dies kann als eine optimale Verschiebung zur Vermeidung von Basisstations-

störungen betrachtet werden.

Diese Verschiebung von Untergruppen kann als ein Teil des vorstehend erläuterten Verfahrens zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen implementiert werden. Im einzelnen kann das Verschieben von Untergruppen als ein Teil des Austauschs einer Untergruppe in dem Änderungsstatus integriert sein. Folglich können sowohl die neu aktivierte gesperrte Untergruppe als auch die zu sperrende aktive Untergruppe für eine definierte Zeitdauer benutzt werden, um hierdurch die Anzahl von Untergruppensprüngen zu vergrößern und die Verschiebung der Untergruppen zu erreichen.

Fig. 6 zeigt ein Zustandsdiagramm bei einer Ausführungsform eines Verfahrens zur Erzielung dieser Verschiebung von Frequenzen für die Vermeidung von Basisstationsstörungen bzw. -interferenzen in einem mit Frequenzsprung arbeitenden drahtlosen Telefonsystem. Bei diesem Ausführungsbeispiel wird das Verschieben der Untergruppen als ein Teil des Austauschs einer Untergruppe gemäß dem Verfahren nach Fig. 4 implementiert. Wie in Fig. 6 gezeigt ist, kann die Verschiebung der Untergruppen durch eine Zustandsmaschine ausgeführt werden, die einen Initialisierungszustand 50, einen Freigabezustand 52, einen Wartezustand 54 und einen Änderungszustand 56 aufweist.

Während des Wartezustands 54 springt das System unter Benutzung von elf Untergruppen, und es findet die Verschiebung der Untergruppen statt. Bei diesem Prozeß können Informationen, die mit gesperrten Untergruppen zusammenhängen, gespeichert werden (z. B. als eine Variable), und es kann die Basisstation die Information den Handgeräten mitteilen. Die Handgeräte müssen diese per Funk mitgeteilte Information empfangen, bevor das System zu der Untergruppe springt, die mit der Information zusammenhängt. Dies wird sowohl bei der erneuten Benutzung einer gesperrten Untergruppe als auch bei der Sperrung der aktiven Untergruppe eingesetzt. Während des Initialisierungszustands 50 bestimmt das Verfahren die Nummer derjenigen Untergruppe, für die die Untergruppensperrinformation zu aktualisieren ist. Ein Algorithmus wird derart ausgeführt, daß die Untergruppensperrinformation aktualisiert wird, während die Untergruppe benutzt wird, die der gesperrten, wieder freizugebenden Untergruppe nachfolgt. Als Beispiel kann die Untergruppe 10 eine gesperrte Untergruppe sein, die wieder freizugeben ist. Wenn eine Sprungsequenz in der Reihenfolge 8, 9, 10, 11 usw. angenommen wird, wartet das System dann bis zu der Untergruppe 11, bevor es die Information über die Untergruppe 10 aus der Untergruppensperrinformation entfernt. Nach dem Initialisierungszustand 50 schreitet das Verfahren zu dem Freigabezustand 52 weiter. In dem Freigabezustand 52 wartet das Verfahren, bis die Untergruppensperrinformation aktualisiert werden kann. Nachdem die gesperrte Untergruppe freigegeben worden ist, schreitet das Verfahren zu dem Wartezustand 54 weiter, und es führt das System Sprungvorgänge mit elf Untergruppen aus. Ein Zähler kann dann initialisiert werden, um die Benutzung der elf Untergruppen für eine definierte Zeitdauer (beispielsweise für fünfzig Sprünge) in dem Wartezustand 54 zu erlauben. Sobald das System die definierte Zeitdauer beendet bzw. erreicht hat, während derer es Sprungvorgänge mit elf Untergruppen ausgeführt hat, wird anschließend die aktive, zu sperrende Untergruppe in dem Änderungszustand 56 gesperrt, indem die Untergruppensperrinformation aktualisiert wird. Dieses Verfahren der Freigabe kann auch zur Aufrechterhaltung der Synchronisation ausgeführt werden. Hierbei ist verständlich, daß die Untergruppen nach dem Ablauf der definierten Zeitdauer (z. B. für fünfzig Sprünge) unter Benutzung der elf Untergruppen nun von derjenigen Position, die sie andernfalls belegen würden, verschoben



worden sind (z. B. um fünf Untergruppen). Weiterhin versteht es sich auch, daß bei anderen Ausführungsbeispielen unterschiedliche Anzahlen von aktiven Untergruppen und Sprüngen während der definierten Verschiebungsperiode benutzt werden können.

Auch wenn die vorliegende Erfindung im einzelnen beschrieben worden ist, versteht es sich, daß unterschiedliche Änderungen, Ersatzmaßnahmen und Modifikationen ausgeführt werden können, ohne von dem Gehalt und Umfang der Erfindung abzuweichen, wie sie durch die beigefügten Ansprüche definiert sind.

#### Patentansprüche

1. System zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprüngen arbeitenden drahtlosen Telefonsystem, mit:  
einer Mehrzahl von Handgeräten und  
einer Basisstation, die mit den Handgeräten unter Verwendung von aus aktiven Frequenzuntergruppen ausgewählten Frequenzen kommuniziert, wobei die Basisstation gestörte Frequenzuntergruppen dadurch vermeidet, daß sie eine Luftschnittstelle zwischen der Basisstation und den Handgeräten im Hinblick auf Fehler in aktiven Frequenzuntergruppen überwacht;  
Zähler in aktiven Frequenzuntergruppen während eines Kurzzeitintervalls unter Verwendung eines zugeordneten Kurzzeit-Fehlerzählers, und während eines Langzeitintervalls unter Verwendung eines zugehörigen Langzeit-Fehlerzählers zählt;  
nach jedem Kurzzeitintervall ermittelt, ob irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein definierter Schwellwert;  
nach jedem Langzeitintervall ermittelt, ob irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe; und  
eine aktive Frequenzuntergruppe durch eine gesperrte Frequenzuntergruppe ersetzt, wenn der Zählwert des zugehörigen Kurzzeit-Fehlerzählers größer ist als der definierte Schwellwert, oder wenn der Zählstand eines Langzeit-Fehlerzählers größer ist als der Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe.
2. System nach Anspruch 1, bei dem die Basisstation die Kurzzeit-Fehlerzähler, die Langzeit-Fehlerzähler und Daten, die mit gesperrten Frequenzuntergruppen und zugehörigen Fehlerzählständen zusammenhängen, initialisieren kann.
3. System nach Anspruch 1, bei dem das Zählen von Fehlern das Hochstufen der Kurzzeit-Fehlerzähler und der Langzeit-Fehlerzähler auf der Basis von gestörten Paketdaten, die durch ein gestörtes Synchronisationswort angezeigt werden, und auf der Basis von gestörten CRC Überprüfungen umfaßt.
4. System nach Anspruch 1, bei dem das Kurzzeitintervall eine Sekunde lang ist, und das Langzeitintervall fünf Sekunden lang ist.
5. System nach Anspruch 4, bei dem jeder Kurzzeitzähler einen Zähler mit 8 Bit ist, der jeweils nach einer Sekunde gelöscht wird, wohingegen jeder Langzeitzähler ein Zähler mit 18 Bits ist, der alle fünf Sekunden gelöscht wird.
6. System nach Anspruch 5, bei dem der Ersatz dadurch vorgenommen wird, daß die Daten, die die Informationen über die gesperrten Frequenzuntergruppen enthalten, so aktualisiert werden, daß sie den Ersatz widerspiegeln.
7. System nach Anspruch 1, bei dem die Ermittlung,

ob irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler einen Wert oberhalb des Fehlerzählstands für eine gesperrte Frequenzuntergruppe aufweist, das Verringern des Fehlerzählstands nach jedem Langzeitintervall für eine bestimmte Anzahl von Langzeitintervallen umfaßt.

8. System nach Anspruch 1, bei dem zwölf Frequenzuntergruppen vorhanden sind, von denen zehn aktiv und zwei gesperrt sind.

9. System nach Anspruch 8, bei dem die zwölf Frequenzuntergruppen jeweils acht Frequenzen aus einem Frequenzband enthalten, das in sechsundneunzig Frequenzen unterteilt ist.

10. System nach Anspruch 9, bei dem das Frequenzband ein ISM Band ist, das von 2,4 GHz bis 2,4835 GHz reicht.

11. Verfahren zum Vermeiden von gestörten Frequenzuntergruppen in einem mit Frequenzsprung arbeitenden drahtlosen Telefonsystem, mit den Schritten:

Überwachen einer Luftschnittstelle zwischen einer Basisstation und Handgeräten im Hinblick auf Fehler in aktiven Frequenzuntergruppen;

Zählen von Fehlern in jeder aktiven Frequenzuntergruppe während eines Kurzzeitintervalls unter Verwendung eines zugehörigen Kurzzeit-Fehlerzählers, und während eines Langzeitintervalls unter Verwendung eines zugehörigen Langzeit-Fehlerzählers;

Ermitteln nach jedem Kurzzeitintervall, ob irgendeiner der Kurzzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein definierter Schwellwert;

Ermitteln nach jedem Langzeitintervall, ob irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als ein Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe; und

Ersetzen einer aktiven Frequenzuntergruppe durch eine gesperrte Frequenzuntergruppe, wenn ein zugehöriger Kurzzeit-Fehlerzähler einen Zählstand aufweist, der größer ist als der definierte Schwellwert, oder wenn ein Langzeit-Fehlerzähler einen Zählstand aufweist, der größer ist als der Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe.

12. Verfahren nach Anspruch 11, das weiterhin das Initialisieren der Kurzzeit-Fehlerzähler, der Langzeit-Fehlerzähler und von Daten umfaßt, die mit gesperrten Frequenzuntergruppen und zugehörigen Fehlerzählständen zusammenhängen.

13. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das Zählen der Fehler das Inkrementieren der Kurzzeit-Fehlerzähler und der Langzeit-Fehlerzähler auf der Basis von gestörten Paketdaten, die durch ein gestörtes Synchronisationswort angezeigt werden, und auf der Basis von gestörten CRC-Überprüfungen umfaßt.

14. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem das Kurzzeitintervall eine Sekunde lang ist und das Langzeitintervall fünf Sekunden lang ist.

15. Verfahren nach Anspruch 14, bei dem jeder Kurzzeit-Fehlerzähler ein Zähler mit 8 Bit ist, der nach jeweils einer Sekunde gelöscht wird, wohingegen jeder Langzeit-Fehlerzähler ein Zähler mit 16 Bit ist, der alle fünf Sekunden gelöscht wird.

16. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem der Ersatz dadurch bewerkstelligt wird, daß die Daten, die die Information über die gesperrten Frequenzuntergruppen enthalten, derart aktualisiert werden, daß sie den Ersatz widerspiegeln.

17. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem die Ermittlung, ob irgendeiner der Langzeit-Fehlerzähler einen Wert aufweist, der größer ist als der Fehlerzählstand für eine gesperrte Frequenzuntergruppe, das Verringern

des Fehlerzählerstands nach jedem Langzeitintervall für eine bestimmte Anzahl von Langzeitintervallen umfaßt.

18. Verfahren nach Anspruch 11, bei dem zwölf Frequenzuntergruppen vorhanden sind, von denen zehn 5 aktiv und zwei gesperrt sind.

19. Verfahren nach Anspruch 18, bei dem die zwölf Frequenzuntergruppen jeweils acht Frequenzen aus einem Frequenzband enthalten, das in sechsundneunzig 10 Frequenzen unterteilt ist.

20. Verfahren nach Anspruch 19, bei dem das Frequenzband ein ISM Band ist, das von 2,4 GHz bis zu 2.4835 GHz reicht.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

15

20

25

30

35

40

45

50

55

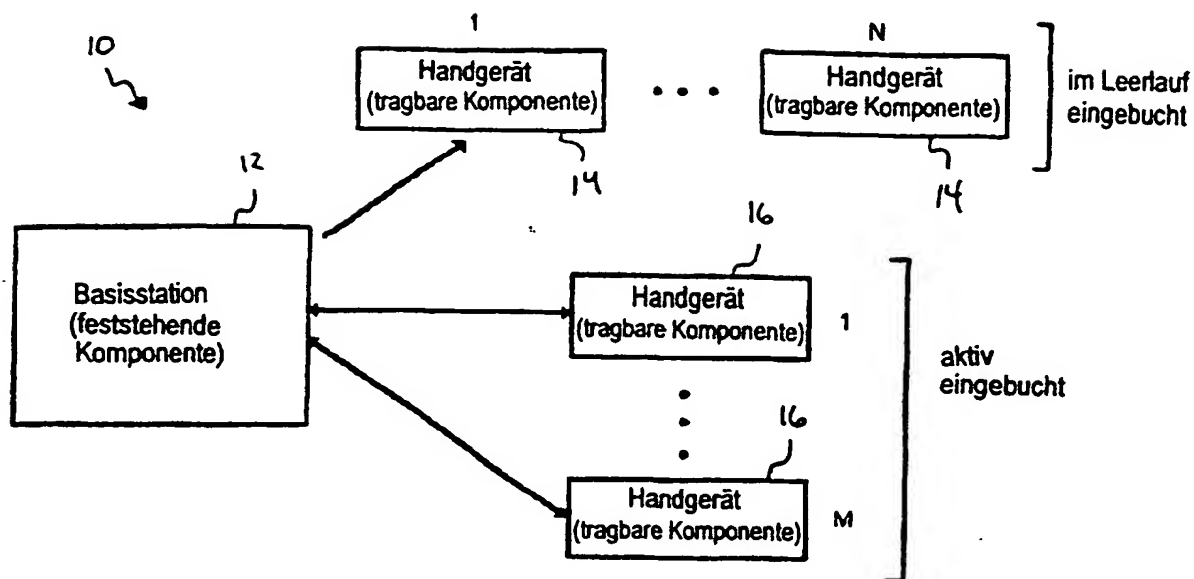
60

65

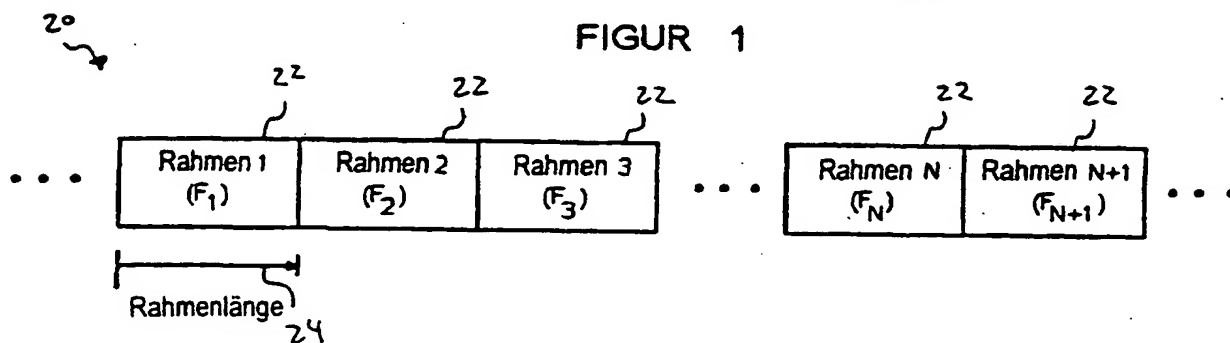


- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**



FIGUR 1

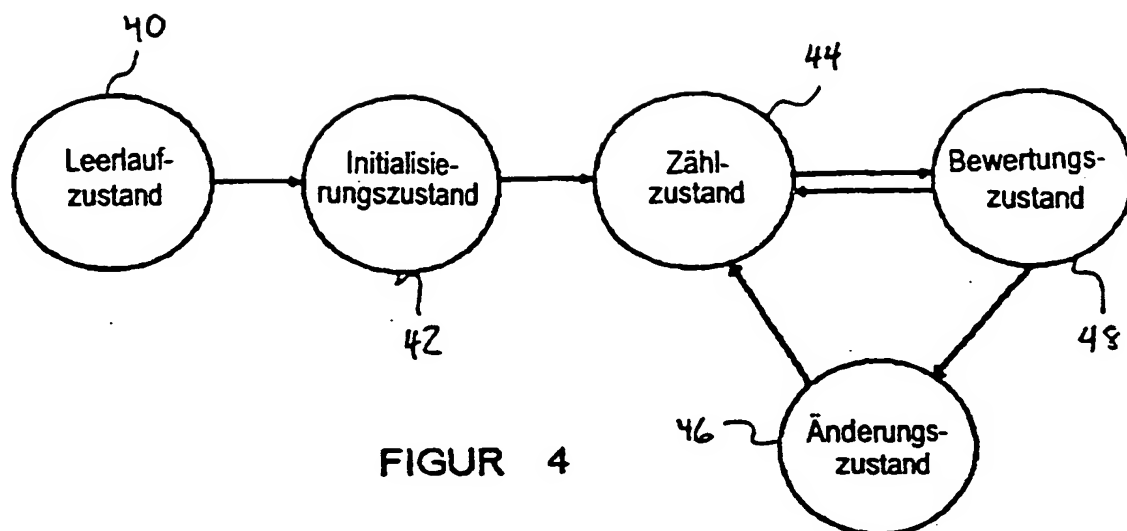


FIGUR 2

Untergruppe	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	30
Kanal	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	0 ... 7	32
Frequenz	0 ... 7	8 ... 15	16 ...										34

2.4 GHz 2.4835 GHz

FIGUR 3

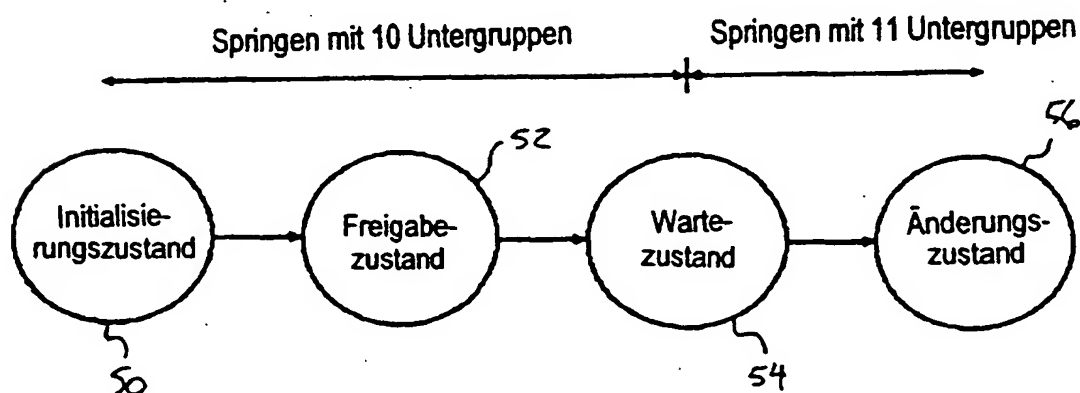


FIGUR 4

Sprung-nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Springen mit 10 Untergruppen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Springen mit 11 Untergruppen	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27

→ Verschiebung um eine Untergruppennummer/10 Sprünge →

FIGUR 5



FIGUR 6